INGENIEUR-ARCHIV

UNTER MITWIRKUNG DER
GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK
ZUSAMMEN MIT

A. BETZ · A. HERTWIG · K. KLOTTER · E. METTLER · K. v. SANDEN
F. SCHLEICHER · E. SCHMIDT · E. SÖRENSEN

HERAUSGEGEBEN VON

R. GRAMMEL

XXII. BAND 1954

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Alle Rechte vorbehalten.

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet, einzelne Beiträge oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.

Printed in Germany.

Inhalt.

Seite

Bechert, H., Die Berechnung der Kräfteumlagerungen bei einem einfach symmetrischen, in mehreren Lagen vorgespannten Betonbalken infolge Kriechen und Schwinden des Betons 211

Berger, E. R., Die Wurzeln der charakteristischen Gleichung für das kreiszylindrische Rohr 156

Desoyer, K. und *A. Slibar*, Zur Erzielung optimaler Wirkung bei Pendel-Schwingungstilgern 36

Dörr, J., Schmiermitteldruck und Randverformungen des Rollenlagers 171

Domm, U., Ein Beitrag zur Stabilitätstheorie der Wirbelstraßen unter Berücksichtigung endlicher und zeitlich wachsender Wirbelkerndurchmesser 400

Freytag, H., Rechnerischer Ausgleich von Meßkurvenscharen 194

Graffi, D., Über den Reziprozitätssatz in der Dynamik der elastischen Körper 45

Grammel, R., Der selbsterregte unsymmetrische Kreisel 73

Grammel, R., Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn K. Yamada „Vibration of turbine disc in its plane". Proceedings of the Second Japan National Congress for Applied Mechanics 1952, S. 343 145

Grim, O., Zur Stabilität der periodischen, erzwungenen Rollschwingungen eines Schiffes 55

Haase, D., Strömung in einem 90°-Knie 282

Isay, W.-H., Beitrag zur Potentialströmung durch radiale Schaufelgitter ... 203

Jindra, F., Einige Anwendungen eines nichtlinearen Elastizitätsgesetzes ... 121

Jindra, F., Die Hohlkugel bei einem lichtlinearen Elastizitätsgesetz 411

Kauderer, H., Zur kinetischen Bestimmung der Kennlinie eines nichtlinearen freien Schwingers 215

Kauderer, H., Zur Analyse der Dämpfung freier Schwingungen 251

Krettner, J., Beitrag zur Berechnung schiefwinkliger Platten 47

Link, H., Über den geraden Knickstab mit begrenzter Durchbiegung 237

Mewes, E., Darstellung räumlicher Kräftesysteme durch rechtwinklige Kraftkreuze 348

Müller, W., Zur Theorie der Vierpilzplatte 60

Müller, W., Zur Biegungstheorie einer Vierpilzplatte mit rechteckigen Stützflächen 163

Neuber, H., Gesetzmäßigkeiten von Torsionsschwingungszahlen und Aufstellung einfacher Grenzwertformeln 258

Nickel, K., Über spezielle Systeme von Tragflügelgittern I. (Theorie der tragenden Linie.) 108

Nitsiotas, G., Kriechen und Schwinden bei statisch unbestimmten Betonkonstruktionen mit Tragteilen aus Stahl 323

Odqvist, F. K. G., Theorie der elastischen Ringe starker Krümmung 98

Seite

Pestel, E., Beitrag zur Ermittlung der hydrodynamischen Dämpfungs- und Federeigenschaften von Gleitlagern 147

Pöschl, Th., Berichtigung zu meinen Aufsätzen in Bd. XX, S. 189 u. Bd. XXI, S. 396 des „Ingenieur-Archivs": „Über Hauptschwingungen mit endlichen Schwingweiten" 294

Rüdiger, D., Ein Beitrag zum Randstörungsproblem isotroper Kreiszylinderschalen 160

Rüdiger, D., Der Spannungs- und Verschiebungszustand drehsymmetrischer Membrane mit beliebig gekrümmter Meridiankurve 336

Sänger, E., Zur Thermodynamik des Überschall-Geradstoßdiffusors 378

Schmutz, O., Berichtigung zu meiner Note in Bd. XXI, S. 33 des „Ingenieur-Archivs": „Koeffizientenbedingungen zur Kontrolle des Dämpfungsgrades bei Ausgleichsvorgängen (verallgemeinerte Hurwitz-Bedingungen)" 293

Slibar, A. und *K. Desoyer*, Zur Erzielung optimaler Wirkung bei Pendel-Schwingungstilgern 36

Speidel, L., Berechnung der Strömungsverluste von ungestaffelten ebenen Schaufelgittern 295

Stahl, K., Über die Lösung ebener Elastizitätsaufgaben in komplexer und hyperkomplexer Darstellung 1

Szablewski, W., Turbulente Strömungen in divergenten Kanälen 268

Tolle, O., Über Anwendungen von „Plänen relativer Normalbeschleunigungen" in der Getriebedynamik 227

Truckenbrodt, E., Ein Quadraturverfahren zur Berechnung der Reibungsschicht an axial angeströmten rotierenden Drehkörpern 21

Wieghardt, K., Zur Berechnung ebener und drehsymmetrischer Grenzschichten mit kontinuierlicher Absaugung 368

Wuest, W., Strömung durch Schlitz- und Lochblenden bei kleinen Reynolds-Zahlen 357

Einführung in die theoretische Gasdynamik.

Von Dr. **Robert Sauer**, o. Professor für Mathematik und analytische Mechanik an der Technischen Hochschule München. Zweite Auflage. Mit 107 Abbildungen. VIII, 174 Seiten Gr.-8°. 1951. DM 16,50

..... Das Buch gibt eine ausgezeichnete und gut verständliche Einführung in die Theorie der kompressiblen Strömungen. Nach einer kurzen Erläuterung der Grundbegriffe der Gasdynamik werden zunächst die stationären Unter- und Überschallströmungen in linearisierter Form behandelt. Dann folgt ein Abschnitt über Überschallströmungen an Ecke und Kegel und die Theorie des Verdichtungsstoßes. Ein weiterer Abschnitt über nichtlineare ebene und drehsymmetrische Strömungen befaßt sich zunächst mit den verschiedenen Iterationsverfahren für kompressible Unterschallströmungen. Anschließend werden die Transformationen von *Molenbroek* und *Legendre* zur Linearisierung der allgemeinen Differentialgleichungen der Gasdynamik und das *Prandtl-Busemann*sche Charakteristikenverfahren für Überschallströmungen besprochen. Zum Schluß dieses Abschnittes ist in der neuen Auflage noch ein Paragraph eingefügt, der die Erweiterung des Charakteristikenverfahrens auf nichtwirbelfreie Strömungen bringt, wie sie insbesondere hinter Verdichtungsstößen auftreten. Der neueren Entwicklung der Gasdynamik folgend ist am Ende des Buches noch ein ganzer Abschnitt über dreidimensionale Überschallströmungen eingefügt. Hier findet man die Theorie des Tragflügels endlicher Spannweite. Dabei wird sowohl das Singularitätenverfahren wie die Theorie der kegelsymmetrischen Strömungen nach *Busemann* besprochen. Außerdem werden in diesem Kapitel noch die Strömungen an Drehkörpern mit kleinem Anstellwinkel behandelt.

Allen denjenigen, die sich in die Theorie der kompressiblen Gasströmungen einarbeiten wollen, kann das Buch nur bestens empfohlen werden." *(Die Naturwissenschaften)*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Gasdynamik.

Von Dr. **Klaus Oswatitsch**, Dozent an der Königl. Technischen Hochschule in Stockholm, früherer wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kaiser-Wilhelm-(Max-Planck-)Institut für Strömungsforschung in Göttingen. Mit 300 Textabbildungen und 3 Tafeln. XIII. 456 Seiten Gr.-8°. 1952.

Inhaltsübersicht: Thermodynamik. — Stationäre und instationäre Fadenströmung. — Allgemeine Gleichungen und Sätze. — Spezielle Anwendungen der Integralsätze. — Allgemeine Gleichungen und spezielle, exakte Lösungen für stationäre reibungslose Strömung. — Stationäre, reibungsfreie, ebene und achsensymmetrische Unterschallströmung. — Stationäre, reibungsfreie, ebene und achsensymmetrische Überschallströmung. — Stationäre, reibungsfreie schallnahe Strömung. — Spezielle stationäre und instationäre räumliche Strömungen. — Strömungen mit Reibung. — Überblick über die Versuchstechnik, Analogien. — Namen- und Sachverzeichnis.

Die Tafeln sind auch einzeln zu beziehen

	Bei Einzelbezug	Bei Abnahme von 20 und mehr
Tafel I:	DM 2.80	DM 2,40
Tafel II:	DM 2,80	DM 2.40
Tafel III:	DM 1,50	DM 1,30

..... Der Verfasser, z. Z. Dozent an der Kgl. Techn. Hochschule in Stockholm und bis zum Ende des zweiten Weltkrieges langjähriger Mitarbeiter von Prof. *Prandtl* am Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung in Göttingen, hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, das sehr umfangreiche, aber in vielen, zum Teil nur schwer zugänglichen, in- und ausländischen Zeitschriften und Abhandlungen niedergelegte Forschungsmaterial der älteren und besonders auch der neueren Zeit zu sichten und in einer zusammenfassenden Darstellung niederzulegen. Dabei wird das Hauptgewicht nicht zu sehr auf die mathematischen Fragen gelegt, die dabei eine Rolle spielen, sondern vielmehr auf die klare Herausarbeitung der physikalischen Gesichtspunkte, die ihren Niederschlag in vielen technischen Anwendungen finden ..." *(Zeitschrift für angewandte Physik.)*

Grundlagen der Aeromechanik und Flugmechanik.

Von Dr.-Ing. **Arthur Pröll**, Professor i. R. an der Technischen Hochschule Hannover. Mit 278 Textabbildungen. XVI, 612 Seiten Gr.-8°. 1951. Ganzleinen DM 48,—

Inhaltsübersicht: *Grundlagen der Aerodynamik.* Physikalische Grundlagen. — Mathematische Grundbeziehungen der Aerodynamik. Kinematik der Strömungen. Dynamik der Strömungen. Abbildungsaufgaben und Aerodynamik der Profile. Strömungen mit Widerständen. Tragflügel von endlicher Spannweite. Aus der Gasdynamik. — *Flugmechanik.* Theoretische und praktische Aufbauelemente. Flugleistungen. Die Geschwindigkeitsleistungen am Flugzeug. Steigleistungen eines Flugzeugs. Sonderleistungen von Flugzeugen. Nichtstationäre Flugzustände. Flugeigenschaften. Stabilität der Flugzeuge. Dynamische Stabilität des Flugzeugs. — Namen- und Sachverzeichnis.

..... Das Buch enthält außer den theoretischen Betrachtungen auch reichhaltiges Erfahrungsmaterial sowie eine ganze Reihe durchgerechneter praktischer Anwendungsbeispiele. Die Ausstattung ist hervorragend. Alle Studierenden, Ingenieure und Physiker, die sich mit dem Problem des „Fliegens" beschäftigen wollen, werden aus ihm reichen Nutzen ziehen." *(Zeitschrift für angewandte Physik.)*

SPRINGER-VERLAG IN WIEN I

Technische Strömungslehre.

Von Dr.-Ing. **Bruno Eck**, Köln. Vierte verbesserte Auflage. Mit 407 Abb. X, 422 Seiten Gr.-8°. 1954. Ganzleinen DM 29,40

Inhaltsübersicht: **I. Hydrostatik:** Der statische Druck. Messung des Druckes. Gleichgewicht der Atmosphäre. — **II. Bewegungslehre:** Vergleich mit der Bewegung fester Körper. Allgemeine Bewegungsgleichungen. Kräfte senkrecht zur Strömungsrichtung. Drehung von Flüssigkeitsteilchen. Begriff der mittleren Drehung. Behandlung der Flüssigkeit als Kontinuum. Drehungsfreie Bewegung. Drehungsfreie Kreisbewegung. Die wirkliche Kreisströmung (der Wirbel). Zirkulation. Das Potential. Energiebetrachtung. Weitere Betrachtungen über Wirbelbewegungen. Dicke des Wirbelkernes. Stellen der größten und kleinsten Geschwindigkeiten. Energieaustausch in reibungsfreien Flüssigkeiten. Quellen und Senken. Graphische Konstruktion von Strömungsbildern. Genauere Verfahren. Besonderheiten der rotationssymmetrischen Strömung. Genauere mathematische Betrachtungen. Konstruktion von Strömungsbildern mit Hilfe der Stromfunktion. Experimentelle Darstellung der reibungsfreien Strömung. Impulssatz. Reibungsfreie Strömung in offenen Rinnen. — **III. Einfluß der Reibung bei ablösungsfreien Strömungen:** Innere Reibung infolge Zähigkeit. Ähnlichkeitsgesetz. Bewegungsgleichungen mit Reibungsglied. Schmiermittelreibung. Strömungsformen. Strömungswiderstand in Rohren. Eingehendere Betrachtung der Turbulenz. Druckverlust in ruhenden Schüttungen. Rohrreibungswiderstand bei pulsierender Durchflußströmung. Aufwertung. Anlaufstrecke. Strömung in geraden Rohren nicht kreisförmigen Querschnittes. Oberflächenwiderstand. Radscheibenreibung. Vermischung eines freien Strahles (Strahl-Turbulenz). Reichweite und Kraftwirkung von freien Strahlen. Isotrope Turbulenz. Der Umschlag. Entstehung der Turbulenz. Turbulente Vermischung in Verbrennungsräumen. — **IV. Das Ablösungsproblem:** Allgemeines. Ablösung an scharfen Kanten. Ablösung in divergenten Kanälen (Diffusoren). Der Naben-Diffusor. Ablösung in rotierenden Kanälen und bei rotierenden Körpern. Dimensionslose Erfassung des Widerstandes. Kugelströmung. Krümmer. Ablösung bei Düsen. Trennung und Vereinigung von Rohrverzweigungen. Ventile und Absperrmittel. Strömungsverluste infolge scharfer Kanten, Kontraktion usw. Unstetige Querschnittserweiterung. Unstetige Rohrverengung. Erzeugung möglichst großer Durchflußwiderstände. Labyrinthdichtungen. Formwiderstand, Oberflächenwiderstand. Druckverteilung um Körper bei reibungsfreier Strömung. Bewegung im Totwasserraum. Druckverteilung bei Kugeln und Zylindern. Beeinflussung des Widerstandes durch Ausbildung der Vorderkante. Führt sehr starke Verzögerung immer zur Ablösung? Widerstand von Luftschiffkörpern. Widerstandskörper in verzögerter Strömung. Widerstand von Fahrzeugen. Winddruck auf Gebäude. Ablösung von Flüssigkeitsstrahlen. Zusammenstellung von Widerstandsziffern. Widerstand bei Beschleunigung eines Körpers in einer Flüssigkeit. Die Hauptgesetze der Ablösung (Zusammenstellung). — **V. Bewegung fester Körper in strömenden Medien:** Die Schwebegeschwindigkeit von Kugeln. Praktische Ermittlung der Schwebegeschwindigkeit. Bewegung von Staubteilchen in typischen Strömungsfällen. Ausschleudern von Staubteilchen in gekrümmten Bahnen. Ähnlichkeitsbetrachtungen. Einfluß der Reibung auf die Bewegung in Abscheidern. Windsichtung. Materialbeförderung im senkrechten Steigrohr. Eigenbewegung der Teilchen bei verschiedener Kornverteilung. Pneumatische Förderung in waagerechten Rohren. Gesetzmäßigkeiten für Schwebekörper in der konischen Röhre. Winkler-Schwebebett. — **VI. Strömung um Schaufeln und Profile:** Fragestellung. Kurze Übersicht über Kraftwirkungen. Bezeichnungen und Darstellungsmethoden. Entstehung der Auftriebskraft. Die unendlich lange Schaufel. Die Schaufel im Gitterverbande. Randeinflüsse (Induzierter Widerstand). Wann ist eine Profilierung von Schaufeln lohnenswert? — **VII. Hilfsmittel zur Vermeidung der Ablösung:** Grenzschichtabsaugung. Mitbewegte Wand. Ausblasen von Druckluft. Leitschaufeln. — **VIII. Kavitation:** Allgemeines. Praktische Auswirkungen. Physikalische Ergänzungen. Erosion durch Tropfenschlag. — **IX. Gasdynamik:** Bewegungsgesetze für Gase und Dämpfe. Physikalische Ableitung der Schallgeschwindigkeit. Technische Ableitung der Schallgeschwindigkeit. Der Machsche Winkel. Die Machsche Kennzahl. Allgemeine thermodynamische Beziehungen. Konstruktion ebener Strömungsbilder bei Überschallgeschwindigkeit. Der Verdichtungsstoß. Beeinflussung der Grenzschichten durch Verdichtungsstöße. Der λ-Stoß. Der X-Stoß (Kondensationsstoß). Lavaldüsen. Einfluß der Kompressibilität bei Unterschallströmungen. Tragflügeleigenschaften bei Überschallströmungen. Vorgänge in der Nähe der Schallgeschwindigkeit. **X. Strömungstechnische Messungen:** Druckmeßgeräte. Messung von Druck und Geschwindigkeit in offener Strömung. Feststellung der Strömungsrichtung mit Staugeräten. Messung mit Düsen, Blenden und Venturirohren. Staubmessungen. Gefäßmessungen. Überfallmessungen. Direkt anzeigende Durchflußmesser. Im Flüssigkeitsstrom sich drehende Meßgeräte. Experimentelle Möglichkeiten zur Sichtbarmachung von Strömungen. — **Literaturverzeichnis.** — **Namen- und Sachverzeichnis.**

Technische Hydro- und Aeromechanik.

Von Dr.-Ing. habil. **Walther Kaufmann**, o. Professor der Mechanik an der Technischen Hochschule in München. Mit 254 Abbildungen. VIII, 352 Seiten Gr.-8°. 1954. Ganzleinen DM 36,—

Inhaltsübersicht: Erster Abschnitt: **Eigenschaften der Flüssigkeiten und Gase:** Ideale und natürliche Flüssigkeiten. Eigenschaften der Gase. Der Flüssigkeitsdruck. — Zweiter Abschnitt: **Gleichgewicht (Hydro- bzw. Aerostatik):** Gleichgewichtsbedingungen von L. Euler. Der Druck in einer Flüssigkeit unter Einwirkung der Schwere. Flüssigkeit in gleichförmiger Drehung um eine feste Achse. Druck in einer gepreßten Flüssigkeit bei Vernachlässigung der Schwere. Druck der ruhenden Flüssigkeit gegen Behälterwände. Auftrieb einer ruhenden Flüssigkeit. Stabilität schwimmender Körper. Metazentrum. Oberflächenspannung. Gleichgewicht der Atmosphäre (Aerostatik). — Dritter Abschnitt: **Bewegung der Flüssigkeiten.** (Hydro- bzw. Aerodynamik.) **Einführung: Begriff der strömenden Flüssigkeit.** I. Eindimensionale Strömung (Stromfadentheorie). — A. Reibungsfreie Strömung: Stromröhre und Kontinuitätsgleichung. Die Eulerschen Bewegungsgleichungen. Die Bernoullische Druck- und Energiegleichung. Einige einfache Anwendungen der Bernoullischen Gleichung. Staudruck und Gesamtdruck. Luft als inkompressible (raumbeständige) Flüssigkeit. Die Energiegleichung für instationäre Strömungen. Die Impulssätze der Hydrodynamik. Einige Anwendungen der Impulssätze. B. Strömung mit Energieverlusten. Einfluß der Zähigkeit: Verallgemeinerte Bernoullische Gleichung für nichtideale Flüssigkeiten. Der Newtonsche Elementaransatz für die Flüssigkeitsreibung. Laminare Strömung. Gesetz von Hagen-Poiseuille. Turbulente Strömung. Reynoldssche Zahl. Das Reynoldssche Ähnlichkeitsgesetz. Ansatz für die turbulente Strömung im Kreisrohr. Der Prandtlsche Mischungsweg und die Kármánsche Ähnlichkeitshypothese. Geschwindigkeitsverteilung der turbulenten Strömung längs einer ebenen Wand. Turbulente Strömung in kreiszylindrischen Rohren. Praktische Rohraufgaben. Besondere Widerstände in geschlossenen Leitungen. Rohrverzweigung. Instationäre Strömung in geschlossenen Leitungen. Strömung in offenen Gerinnen. — II. Allgemeine Theorie der zwei- und dreidimensionalen Strömung. A. Grundbegriffe und Grundgesetze der idealen Strömung. Vorbemerkung. Kontinuitätsgleichung. Satz von Gauß. Die Eulerschen Bewegungsgleichungen. Wirbelbewegung und wirbelfreie Bewegung. Zirkulation. Satz von Thomson. Der Integralsatz von Stokes. Die Bernoullische Druckgleichung. Ebene Potentialströmung. Konforme Abbildung. Einige Anwendungen des komplexen Potentials. Strömung mit Zirkulation. Axialsymmetrische Potentialströmung. Der hydrodynamische Auftrieb. Oberflächenwellen. Wirbelbewegung. B. Bewegung zäher Flüssigkeiten. Vorbemerkung. Die Navier-Stokesschen Bewegungsgleichungen. Strömungen mit sehr kleinen *Re*-Zahlen (Schleichende Bewegung). Die Prandtlsche Grenzschichttheorie. Turbulente Grenzschichten. Über die Entstehung der Turbulenz. Flüssigkeitswiderstand und Widerstandsziffer. Maßnahmen zur Grenzschichtbeeinflussung. Freie Turbulenz. Der Tragflügel. Flügelgitter. Schraubenpropeller. — III. Grundlagen der Dynamik kompressibler Flüssigkeiten (Gasdynamik). Einführung. Die Grundgleichung der Gasdynamik. Fortpflanzung kleiner Störungen, Schallgeschwindigkeit. Machscher Winkel. Gasströmungen in eindimensionaler Behandlung (Stromfadentheorie). Ebene Unterschallströmungen. Strömungen mit Überschallgeschwindigkeit. — **Sachverzeichnis.**

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegen 3 Prospekte des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.

Springer-Verlag / Berlin · Göttingen · Heidelberg. Printed in Germany. 57 275 4022 0,8 K.B./Z. 040.